

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-54225

⑤ Int.Cl.⁴G 02 F 1/13
1/133

識別記号

1 0 1
1 1 9

庁内整理番号

7448-2H
8205-2H
7370-2H

④ 公開 昭和62年(1987)3月9日

※審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 液晶表示装置の作製方法

⑰ 特 願 昭60-155835

⑱ 出 願 昭60(1985)7月15日

⑲ 発 明 者 山 崎 舜 平 東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号 株式会社半導体エ
ネルギー研究所内

⑲ 発 明 者 小 沼 利 光 東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号 株式会社半導体エ
ネルギー研究所内

⑲ 発 明 者 浜 谷 敏 次 東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号 株式会社半導体エ
ネルギー研究所内

⑲ 発 明 者 間 瀬 晃 東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号 株式会社半導体エ
ネルギー研究所内

⑲ 出 願 人 株式会社 半導体エネ 厚木市長谷398番地
ルギー研究所

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

液晶表示装置の作製方法

2. 特許請求の範囲

1. 容器内に、配設された一対の基板を互いに離間してまたは接して対抗せしめるとともに、一方の前記基板の被充填面上に液晶材料を設け、加熱することにより前記液晶材料を前記被充填面上に広げる工程と、該工程の前または後に前記容器内を真空引きをせしめ、さらに前記一対の基板の他方を密着せしめる工程とを有することを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

2. 特許請求の範囲第1項において、一対の基板を密着せしめる工程として、前記容器は第1の空間と第2の空間とそれぞれの空間を遮蔽する弾力性を有する層とを有し、前記一対の基板を真空に保持された前記第1の空間に配設し、該第2の空間の真空度を緩めることにより前記第1および第2の空間の差圧力を前

記弾力性を有する層を介して前記一対の基板に加えることにより前記一対の基板間に液晶を充填して前記基板間を互いに密接せしめることを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

3. 特許請求の範囲第1項または第2項において、一対の基板の対向する面側には電極が設けられ、さらに該電極上には配向処理層が設けられた被充填面を有する一対の基板が用いられることを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

3. 発明の詳細な説明

「発明の利用分野」

この発明は、液晶表示装置の作製方法に関するものであって、スメクチック液晶（以下S液晶または液晶という）特に例えば強誘電性液晶（以下PLCという）を用いた表示パネルを設けることにより、マイクロコンピュータ、ワードプロセッサまたはテレビ等の表示部の薄膜化を図る液晶表示装置の作製方法に関するものである。

「従来の技術」

固体表示パネルは各絵素を独立に制御する方式

が大面積用として有効である。このようなパネルとして、従来は、二周波液晶例えばツイステッド・ネマチック液晶（以下TN液晶という）を用い、横方向400素子また縦方向200素子とするA4判サイズの単純マトリックス構成にマルチプレキシング駆動方式を用いた表示装置が知られている。

しかし、かかるTN液晶を作製せんとした場合、このTN液晶の粘度が低いため、一対のガラス基板を5~10 μ の間隙をあけて対抗せしめ、この一対のガラス基板の周辺部に封止用シール剤をスペーサを混合して塗布し、お互いを密着させる。この時周辺のシール部の一部の封止をせず、開穴を残存して設けておく。この後この周辺が封止された一対の基板を真空容器内に保持し、全体を真空引きする。さらに、この後この開穴部分をTN液晶溶液中に浸し、この真空容器内を大気圧にすることにより、毛細管現象を利用して一対の基板間の5~10 μ の間の空隙に液晶を充填せんとするものであった。

「発明が解決しようとする問題点」

(3)

本発明はかかる問題点を解くものである。
「問題を解決するための手段」

かかる問題を解決するため、本発明は、一対の基板に対し液晶を充填する前に一対の基板の周辺部をシールするのではなく、一方の基板上に液晶を設けた後、この液晶上に他方の基板を密接せしめ、さらに一対の基板を所定の相互位置に配設せしめるものである。さらにこの工程と同時にまたはその後工程として、周辺部に封止用シールを行わしめるいわゆるラミネート（薄層にする、薄層にのばすの意）方式を用いることを基本とする。

加えて本発明においては、液晶材料としてスメクチック液晶、特に好ましくはスメクチックC相（SmC*）を呈する強誘電性液晶を用いる。即ちセルの間隔を4 μ mまたはそれ以下の一般には0.5~3 μ mとすることにより双安定状態を得ることができる。

即ち、かかる一方の基板の電極上の被充填面上の一点または複点に（等方性）液晶を滴下、散布またはコートし、他方の基板をこの上に配設する。

(5)

しかしかかる方法は、TN液晶の如き室温で低粘度の液晶を基板間に充填する場合には優れている。しかし、

- (1) 粘度の高いスメクチック液晶例えばSmC*層を用いるPLC に対してはきわめて作業がしづらい。
 - (2) セルの電極間の間隙を4 μ 以下好ましくは0.5~3 μ の狭い間隙を用いることを前提とするPLCを用いる場合、充填にきわめて時間がかかってしまう。
 - (3) PLCを大面積例えばA4版に対し充填せんとする場合、8~10時間もの長時間高温例えば120℃で充填作業を必要とする。そのため、周辺部の封止が劣化しやすい。またこの封止材料が不純物として液晶内に混入しやすい。
 - (4) 液晶の充填に伴いセルギャップを決めているスペーサ（通称貝柱）が一方に偏りやすい。
 - (5) 充填の際有効に用いられない液晶材料が全体の90%近くになってしまい無駄が多い。
- 等の多くの欠点を有する。

(4)

さらにこれらを真空引きをし、その前後において加熱し、その一対の基板を互いに加圧して、それぞれの基板の内側に設けられた被充填面を4 μ 以下の間隙にして互いにPLCと密接せしめる。さらにこの薄いPLCが充填されラミネートされた基板の温度を降下させ、SmAを得、さらに双安定なSmC*を得る。するとらせん構造をとくことができる。この後、常温に保存した後、周辺部に対しシール用のプラスチック封止剤による封止を行う。

この封止はラミネートさせる時同時に行ってもよい。即ちPLCを一方の基板に設けた後、同時にシール剤をこの基板の周辺部例えば4つのコーナー部にも微量設ける。するとこのコーナー部で互いの基板の接触面積を多くでき、互いに固く固着させることができる。

また本発明でも残された問題点の使用温度範囲は、現在複数の異なったPLCを組合わせて（ブレンドして）0~50℃において使用が可能となっている。このため実用上はそれほど問題とならず、また階調に関してはカラーも8色までとするなら

(6)

ば階調が不要であり、マイクロコンピュータ等のディスプレイとしては十分実用が可能であることが判明した。

「作用」

かくすることにより、

- (1) セルはスペーサを散布しその大きさにより最小の間隙を決定するため、形成されるFLCの間隙にばらつきがない。
- (2) 4μ 以下の間隙(セル厚)の薄いセルであっても大面積(A4版相当)であっても短時間でラミネート作業を行うことができる。
- (3) 基板上に設けたFLCを100%有効利用することができる。
- (4) 粘度の高いFLCを用いても、そのラミネートおよび封止の作業に1時間以上を必要としない。
- (5) 一方の基板側にはアクティブ素子とそれに連結した電極を設けても、まったくアクティブ素子を用いないハッシブ構造と同一工程でFLCのラミネートができる。

(7)

とを省略して単に基板として表記している。しかし一対の基板の相対向する側にこれらの電極、フィルタ、配向処理、ブラックマトリックス化するシッドウ処理(マスク)の形成、アクティブ素子の作製等を必要に応じて行うことは有効である。

また、基板は一般にはガラス基板例えばコーニング7059を使用する。しかし基板の一方または双方に可曲性の基板を用いることは有効である。そしてその可曲性基板として、化学強化がなされた $0.3 \sim 0.6\text{mm}$ 厚のガラス基板、またはポリイミド、PAN、PET等の透光性耐熱性有機樹脂基板を用いることは有効である。

この基板上の電極上には配向処理層(非対称配向処理層)が設けられ、その上面を被充填面とした。そしてこの面上にFLC例えばSB(オクチル・オキシ・ベンジリデン・アミノ・メチル・ブチル・ベンゾエイト)を設けた。これ以外でもBOBAMBC等のFLCまたは複数のブレンドを施したFLCを充填し得る。例えばここではSBとB7とのブレンドした液晶を用いた。

(9)

さらに、これらの特徴により本発明の液晶のラミネート(2つの基板の間隙を少しづつ狭くし、その間に液晶を薄層化して介在させることを示す)方法を用い、加えて非線型素子(NB)と強誘電性液晶(FLC)とを直列にして各画素を構成せしめる場合、A4版またはそれ以上の大面積のマトリックス化にそれぞれの画素間のクロストークを除去し駆動させることが初めて成就できた。

以下に実施例に従って本発明を説明する。

「実施例1」

第1図は本発明の液晶表示装置の作製工程を示す。

第1図(A)は2つの基板(1)、(1')を有する。この相対向する面(8)、(8')側にはそれぞれ電極を有している。またカラー表示をするには、その一方の側の電極と基板との間または電極と充填される液晶との間にカラーフィルタが設けられている。さらにこの電極の上面には公知の非対称配向処理がなされている。

これらの図面では、簡単にするため図示するこ

(8)

さらにこの一対の基板の一方の被充填面上に液晶(2)を滴下させた。

かかる液晶が設けられた一対の基板を第1図(B)に示すごとく真空容器(100)に封入した。この真空容器(100)は容器側(10)に第1の空間を有し、蓋側(10')に第2の空間(5)を有する。第1の空間(4)内にはヒータ(3)が設けられている。このヒータ(3)上に一方の基板(1)を配設し、この基板を室温 $\sim 150^\circ\text{C}$ で内の所定の温度、例えば液晶の粘度が十分低くなる $70 \sim 150^\circ\text{C}$ 例えば 120°C に加熱制御させた。

すると既に基板(1)上の被充填面に設けられた液晶(3)が加熱される。この液晶を滴下して設ける前または後に所定の間隔をおいて基板上にスペーサを配設させた。このスペーサはまったく用いない方式をとってもよい。

さらにこの上方に対向する他方の基板(1')を $1 \sim 10\text{mm}$ 離間してまたはかろくお互いを部分的に接せしめて配置させた。

この後、この第2の空間(5)を有する蓋側容器

(10)

(10') をオリングにより容器(10)側に合わせ込んだ。この第2の空間の下側には、第1の空間と第2の空間とが互いに弾力性を有する層(以下簡単のためシリコンラバー(6)という)で遮蔽されている。そして第2の空間と第1の空間の圧力において、第1の空間の圧力が正圧の場合は下側を膨張し、逆の負圧の場合は上側に引っ張られるようになっている。このラバーは少なくとも150℃の温度に耐えることができる材料であれば、シリコンラバーにかぎらない。

これらをオリングにより互いに合わせ込み、(11)、(11')より同時に真空引きをした。即ち、この2つの出口は、バルブ(12)、(12')を経て真空ポンプ(14)に連結されている。そしてこのバルブ(12)、(12')をとともに開、バルブ(13)、(13')をとともに閉として、第1および第2の空間(4)、(5)をとともに真空空間とした。

さらに第1図(C)に示す如く、この上面に離間している他方の基板を精密に配設した。

この後、他方の第2の空間(5)を真空状態より

(11)

と加熱している温度とのみを精密に制御して所定の厚さにラミネートさせることも可能である。

その結果、液晶の余分のものは周辺部に移動する。しかしこの外周辺をシリコンラバーが覆っているため、これが基板の一部の外側周辺より外側に液晶があふれることを実質的に防ぐことができる。またすべての外周辺より液晶があふれたり、また所望の領域全体を覆うことなく足りなくなったりすることは、初期の液晶の供給量を精密にすることにより防ぐことができる。

2つの基板のおたがいのX方向Y方向の重ね合わせは密着させる基板(1)、(1')及び液晶(3)が加熱されている低粘度状態の時に移動させ再配設させることができる。

この後、第1図(C)でヒータを徐々に室温に降下した。さらに第1の空間(5)をも大気圧とし真空容器(100)の蓋(10')を取り外した。一対の基板間に液晶をラミネートさせたセルを容器より取り出し第1図(D)を作る。

かくして第1図(D)に示す如く、2つの対向す

(13)

第1の空間(4)に比べて正圧となるように徐々にバルブ(13')より大気または窒素をリークし大気圧にさせた。

すると第1図(C)に示す如く、シリコンラバー(6)は下側に膨張し、対向する他方の基板(1')を一方の基板(1)の側に押しつける。そして大気圧においては1kg/cm²の圧力を加えることができる。また窒素によりさらに加圧する場合は1気圧以上の2~5kg/cm²の圧力とすることも可能である。

かくして一対の基板の全表面に均一な圧力を加えることができ、この圧力により液晶は一点または複数点に点状に設けられていたが、横方向に基板(1)の表面にそって広がり、ラミネートされる。

さらにその一対の基板の電極側の間隙は4μ以下例えば2μの均一な厚さとすることができる。そしてこの厚さはスペーサが2μの大きさのものを予め配設しておくこと2μとなり、1μのスペーサを散布させておく時には1μとすることができる。

もちろんスペーサをまったく用いず、この圧力

(12)

る基板(1)、(1')は液晶(3)を互いに実質的に重ね合わせた状態にする。

さらに第1図(E)に示すごとく、この基板を必要に応じて再加熱し、この周辺部に封止用シール剤(9)(一般にはプラスチック材料)を塗布し、お互いの基板を固着させる。

かくして、本発明のスメクチック液晶の如く、高い粘度を有する液晶、特にPLCの基板間での充填ラミネート方法を確立することができた。

「効果」

かくすることにより、A4版(20cm×30cmの面積)1枚で使用する液晶は0.2ccで十分であり、3000円/gと金より高価な液晶をきわめて有効に用いることができる。

1回の液晶の充填作業を約1時間の短時間で行うことができる。

大面積になっても、作業時間は長くないという特徴を有する。

即ち、従来より公知のTN液晶の充填作業においては、この液晶に応力が加わらないようにするこ

(14)

とが主である。そのため、周辺部のシール剤はおたがいの基板に外部より加わり得る圧力が液晶それ自体に加わらないよう互いの力を支えている。

しかしスメクチック液晶では、この力が液晶それ自体に加わってもその粘度が大きく、差し支えないことを本発明人は見出した。そしてこの特性を利用することにより従来とはまったく異なる本発明の如き作製方法を可能にすることができた。

以上の本発明の液晶の充填方法において、被充填面を構成する配向処理層を非対称配向処理とし、一方をラビング処理をし、他方を非ラビング処理とする。この時、本発明の如くラミネイトした後、この基板をラビングを施した面にそって高温状態等で微動 (1μ 以上の $1\sim 10^4\mu m$) させ、ストレスを液晶に加え配向せしめることは有効である。

以上に述べた本発明の液晶表示装置において、この基板の一方または双方の基板の外側に偏光板を設け、反射型とする場合は、その入射光側の電極を透光性とし、他方を反射型電極とする。そしてPLC のチルト角を約45度とすることにより、1

(15)

枚のフィルタを入射光側の基板上に配設して実施することができる。

他方、2枚のフィルタを用いて透過型または反射型とする場合は、2枚の偏光板をそれぞれの基板の外側に配向させ、PLC のチルト角を約22.5度とすることにより成就させ得る。透光型においてはバックライトをEL (エレクトロ・ルミネッセンス) 蛍光灯または自然光により照射し、透光する光の量を制御することによりディスプレイとすることができる。

カラー化する場合は他方の対向基板側 (人間の目で見える側) の電極の上側または下側にカラーフィルタを設ければよい。

さらに本発明においては、基板上に非線型素子を配設し、その上方に電極を設けたものを基板として取扱い、アクティブ素子型とすることができる。かかる場合、この非線型素子としてNIN型等の複合ダイオード構造を有するSCLAD (空間電荷制限電流型アモルファス半導体装置)、絶縁ゲイト型電界効果半導体装置を用いることが可能である。

(16)

本発明の液晶表示装置において、ライトペンを用いたフォトセンサをドット状に作ることにより表示とその読み取りとを行うことができる。

本発明の第1図の作製工程は100×100 (カラーにおいては100×300) のマトリックス構成とした。

しかしこのドット数は640×400 (カラーの場合は1920×400), 720×400 その他の構成をも有し得る。

5. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の液晶表示装置の作製方法を示す。

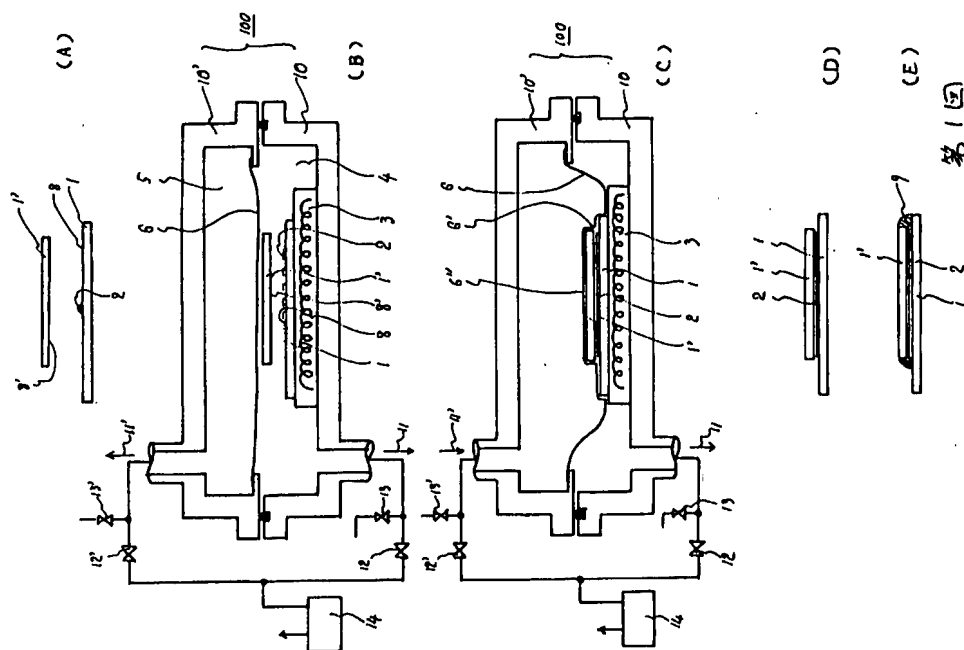
特許出願人

株式会社半導体エネルギー研究所

代表者 山崎 舜平



(17)



第1頁の続き

⑤Int.Cl.⁴G 02 F 1/133
G 09 F 9/35

識別記号

1 2 3

庁内整理番号

8205-2H
6810-5C

⑦発明者	小柳	かおる	東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号	株式会社半導体エネルギー研究所内
⑦発明者	今任	慎二	東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号	株式会社半導体エネルギー研究所内
⑦発明者	山口	利治	東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号	株式会社半導体エネルギー研究所内
⑦発明者	坂間	光範	東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号	株式会社半導体エネルギー研究所内
⑦発明者	犬島	喬	東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号	株式会社半導体エネルギー研究所内

Publication number : 62-054225

Date of publication of application : 09.03.1987

Int.Cl. G02F 1/13 G02F 1/133 G02F 1/133

5 **G02F 1/133 G09F 9/35**

Application number : 60-155835

Applicant : SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD

Date of filing : 15.07.1985

10 **Inventor :**

YAMAZAKI SHUNPEI

KONUMA TOSHIMITSU

HAMAYA TOSHIJI

MASE AKIRA

15 **KOYANAGI KAORU**

IMATO SHINJI

YAMAGUCHI TOSHIJI

SAKAMA MITSUNORI

INUSHIMA TAKASHI

20

MEHTOD FOR FABRICATING LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

[Abstract]

PURPOSE: To execute the filling work of the liquid crystal in a short time by
25 **connecting tightly other substrate on the liquid crystal after the liquid crystal**

is provided on one side substrate.

CONSTITUTION: The device has two substrates 1 and 1' and has the electrode at facing surfaces 8 and 8' respectively. A liquid crystal 2 is dropped onto one side surface to be field of the substrate, sealed into a vacuum container 100, one side substrate 1 is provided on a heater 3 in the first space 4, the other substrate 1' facing in the upper direction is separated and the substrates are connected and arranged lightly mutually partially. Thereafter, a cover side container 10' having the second space 5 is matched into a container 10 side by an O ring, and shaded with the mutually elastic layer and a silicone rubber 6. When both first and second spaces 4 and 5 are made into the vacuum space, and made into the air pressure, the silicon rubber 6 is expanded to the lower side, other facing substrate 1' is pushed to the side of one substrate 1', and the liquid crystal is extended along the surface of the substrate 1 in the horizontal direction and laminated.

SPECIFICATION

1 Title of the invention

MEHTOD FOR FABRICATING LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

5

2. Claims

1. A method for fabricating a liquid crystal display (LCD) device comprising

installing a pair of substrates in a container such that they are separated or contact with each other in a facing manner, placing a liquid crystal material on the entire charge-subject surface of one substrate and heating it to make the liquid crystal material spread on the charge-subject surface;

vacuumizing the interior of the container before or after a corresponding process, and tightly attaching the other substrate to the substrate.

2. The method of claim 1, wherein, in the step of bonding the pair of substrates, a layer with elasticity for shielding a first and second space is provided in the container, the pair of substrates are installed in the first space in the vacuum state while the vacuum degree of the second space is lowered to cause a difference in their pressure, and the different pressure between the first and second spaces with the elastic layer interposed therebetween is applied to the pair of substrates, thereby charging liquid crystals between the pair of substrates to bond them.

3. The method of claim 1 or 2, wherein an electrode is installed on each facing surfaces of the pair of substrates, and has a charge-subject surface with an alignment processing layer installed thereon.

5

3. Detailed description of the Invention

[Field of the Invention]

The present invention relates to a method for fabricating a liquid crystal display (LCD) device and, more particularly, to a method for fabricating an LCD device capable of making a display part of a microcomputer, a word process or a TV set thin by installing a display panel using smectic liquid crystals (referred to hereinafter as 'Sm liquid crystals' or 'liquid crystals'), especially, for example, ferroelectric liquid crystals (referred to hereinafter as 'FLC').

15

[Description of the Prior art]

A solid display panel is effective for a large-scale display panel in controlling each pixel independently. As the solid display panel, a display device which employs a multiplexing driving method with a simple matrix structure of A4 plate size with horizontal 400 elements and vertical 200 elements by using 2 frequency liquid crystals, for example, twisted/nematic liquid crystals (referred to hereinafter as 'TN liquid crystals'), is widely known.

However, in fabricating the TN liquid crystals, since the TN liquid crystals has a low viscosity, when a pair of glass substrates are bonded, the

25

glass substrates are placed to face with an interval of $5\mu\sim 10\mu$ therebetween and then a sealant mixed with spacers is coated on an edge portion of the glass substrates to bond them. In this case, a portion of a seal portion of the edge portion is not sealed but remains unsealed. Thereafter, the pair of
5 substrates with their edge portion sealed is maintained in a vacuum container and entirely vacuumized. And then, the unsealed portion is put in a TN liquid crystal solution and the interior of the vacuum container is allowed to have an atmospheric pressure in order to charge liquid crystals into the gap of $5\mu\sim 10\mu$ between the substrates by using a capillary
10 phenomenon.

[Problems to be solved by the Invention]

Such method is good when liquid crystals with the low viscosity such as the TN liquid crystals are charged between the substrates at a room
15 temperature, but has many disadvantages in the following aspects.

That is, first, the method cannot be suitably employed in terms of its operation for the smectic liquid crystals with high viscosity, for example, the FLC which uses an SmC* layer.

Second, when the FLC is used on the premise that a gap between
20 electrodes of a cell is 4μ or less, preferably, as narrow as $0.5\mu\sim 3\mu$, it takes much time to charge the FLC.

Third, when the FLC is charged on a large-scale plate, for example, on the A4 plate, it take long time, namely, 8 to 10 hours, at a high temperature, i.e., 120°C for charging the FLC. Thus, sealing of the edge
25 portion can be degraded. In addition, the sealant can be mixed as an

impurity into the liquid crystals.

Fourth, spacers (generally called 'scallop') which determine the cell gap can be inclined during the process of charging the liquid crystals.

Fifth, 90% of the liquid crystal material is not effectively used during charging, resulting in a waste of liquid crystals.

The present invention solves these problems.

[Means for solving the problem]

To achieve these and other advantages and in accordance with the purpose of the present invention, as embodied and broadly described herein, there is provided a method for fabricating an LCD device by using a so-called lamination method in which liquid crystals are put on one substrate, the other substrate is allowed to be tightly attached on the liquid crystals, the two substrates are mutually installed at a certain position. At the same time or in a follow-up process, sealing is made on an edge portion.

In addition, in the present invention, the smectic liquid crystals, and preferably, FLC having a smectic C phase (SmC^*), are used. Namely, by making the cell gap $4\mu\text{m}$ or below, and generally, $0.5\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$, a stable state can be obtained.

That is, (isotropic) liquid crystals are dropped, spread or are coated at one or plural spots on a charge-subject surface of an electrode of one substrate, the other substrate is placed thereon.

The substrates are vacuumized and heated at their front and back side, pressed, and tightly attached respectively with FLC with the charge-subject surface installed on the inner side of each substrate with gap of $4\mu\text{m}$

or below therebetween. A temperature of the substrate on which the FLC has been charged and laminated is dropped to obtain an SmA and also a stable SmC*. Then, a spiral structure can be released. And then, the substrates are maintained at a room temperature and sealed with a practical plastic sealant at their edge portion.

Sealing can be performed simultaneously when laminating. Namely, after the FLC is placed on one substrate, a small amount of the sealant can be applied to the edge portion, namely, four corner portions, of the substrate. By doing that, the contact area of both substrates can be increased and thus the two substrates can be firmly bonded.

In the present invention, as for a usage temperature range, namely, the remaining problem, currently, a plurality of different FLCs can be combined (blended) and used at 0°C~50°C. Thus, the FLC can be practically used. And, referring to grey, if 8 colors are considered, the grey is not necessary, and it can be practically used for a display such as a microcomputer.

[Operation]

Accordingly, first, because a minimum cell gap is determined according to a size of spacers after spreading them, there is no non-uniformity in the gap of the formed FLC.

Second, even if the cell is thin with a gap of 4μm or below and has a large area (equivalent to A4 plate), the lamination operation can be preformed quickly.

Third, the FLC placed on the substrate can be effectively used by

100%.

Fourth, with the FLC with high viscosity, the lamination and sealing operation does not require one or more hours.

5 Fifth, even if an active device and an electrode connected with the active device are installed on one substrate, the FLC can be laminated in the same manner as a process of a passive structure which does not use the active device.

10 With such characteristics, in the present invention, the liquid crystal laminating method (which means narrowing the gap between the two sheets of substrates and putting the laminated liquid crystal therebetween) is employed, and the nonlinear element (NE) and the FLC are made in series to form each pixel, thereby obtaining a large-scale of A4 plate or larger matrix and driving each pixel without a cross talk therebetween.

15 [Embodiment of the invention]

Figure 1 illustrates a process of fabricating an LCD device in accordance with the present invention.

20 Figure 1A shows two substrates 1 and 1'. The substrates 1 and 1' have an electrode at the mutually facing surfaces 8 and 8' thereof. In order to display color, a color filter is installed between one electrode and the facing substrate or between one electrode and charge liquid crystals. And, as widely known, an asymmetrical alignment is performed on the surface of the electrode.

25 Though the two substrates are simply shown for the sake of simplification, the electrode, the filter, alignment processing, shadow

processing (masking) for obtaining black matrix, and an active device can be formed or performed as necessary.

As the substrates, a glass substrate, e.g., a coning 7059, is generally used. And, among two substrates, one substrate or both substrates can be a flexible substrate. As the flexible substrate, a chemically strengthened glass substrate with a thickness of 0.3mm~6mm or a light transmittable heat-resistant organic resin substrate such as polyimide, PAN or PET can be also effectively used.

An alignment processing layer (asymmetrical alignment processing layer) is formed on the electrode of the substrate, and its surface is subject to be charged. And then, the FLC, e.g., S8 (octyl, oxy, benziriden, amino, methyl, butyl, benzoate), is installed on the surface. Besides, an FLC such as BOBAMBC or an FLC obtained by blending a plurality of types of liquid crystals can be charged. Herein, for example, liquid crystal obtained by blending S8 and B7 is used.

In addition, liquid crystals 2 are dropped on the charge-subject surface of one substrate. The pair of substrates with the liquid crystals installed therebetween are sealed in a vacuum container 100. The vacuum container 100 includes a first space in a container side 10 and a second space 5 in a cover side 10'. A heater 3 is installed in the first space 4. One substrate 1 is installed on the heater 3 and heated at a room temperature or at a certain temperature within 150°C, for example, at 70°C~150°C, e.g., 120°C, at which viscosity of the liquid crystals becomes sufficiently low.

Then, the liquid crystals 2 installed on the substrate 1 are heated. Before or after the liquid crystals were dropped to be placed, spacers are

installed on the substrate with a certain gap. The spacers cannot be used.

The other substrate 1' facing the substrate 1 is disposed to be separated by 1mm~10mm such that they partially contact with each other lightly.

5 Thereafter, the cover container 10' having the second space 5 is adjusted to the container 10 by means of an O ring. The lower portion of the second space is shielded by a layer (called a silicon rubber 6) with elasticity with respect to the second space. As for a pressure of the second space and the first space, if the pressure of the first space has a positive pressure, the
10 lower side is expanded, whereas if the pressure of the first space is a negative pressure, the rubber 6 is pulled up. The rubber is not limited to the silicon rubber so long as it can tolerate at least the temperature of 150°C.

After they are adjusted by the O ring, they are simultaneously vacuumized at the outlets 11 and 11'. Namely, the two outlets are connected
15 with a vacuum pump 14 after passing through valves 12 and 12'. The first and second spaces 4 and 5 are vacuumized by opening the valves 12 and 12' and closing valves 13 and 13'.

And then, as shown in Figure 1C, the other substrate is precisely installed on the surface of the substrate.

20 Thereafter, air or nitrogen is leaked gradually from the valve 13' so as to make the second space 5 have a positive pressure, compared with the first space 4, and obtain and the atmospheric pressure.

Then, as shown in Figure 1C, the silicon rubber 6 expands downwardly to press the other substrate 1' toward the substrate 1. In the
25 atmospheric pressure, pressure of 1kg/cm² can be applied. In case of giving

more pressure by using nitrogen, pressure of 1 or more and 2~5kg/cm₂ can be applied.

In this manner, the uniform pressure can be applied to the entire surface of the pair of substrates, which makes liquid crystals which have
5 been placed at one or more spots spread on the surface of the substrate 1 in the horizontal direction, so as to be laminated.

The gap between electrodes of the pair of substrates can have the uniform thickness of 4μm or less, e.g., 2μm. If a spacer with a size of 2μm is previously installed, the thickness of the gap can be 2μm, and if spacers of
10 1μm spread in advance, the thickness of the gap can be 1μm.

As a matter of course, the spacer cannot be used, and liquid crystals can be laminated to a certain thickness by precisely controlling only the pressure and the heating temperature.

As a result, some liquid crystals are moved toward the edge portion.
15 In this case, because the outer edge portion is covered by the silicon cover, overflowing of the liquid crystals outwardly of the outer edge portion of the substrate can be substantially prevented. In addition, overflowing of liquid crystals beyond the whole edge portion or shortage of liquid crystals for covering a desired region can be prevented by precisely controlling the
20 initial supply amount of liquid crystal material.

As for overlapping of the two sheets of substrates in the X and Y directions, the substrates can be moved to be re-installed when the liquid crystals 3 have low viscosity when it is heated with the substrates 1 and 1'.

Thereafter, the heater was gradually dropped to a room temperature
25 in Figure 1C. In addition, the first space 5 was adjusted to have the

atmospheric pressure and the cover 10' of the vacuum container 100 is taken off. A cell obtained by laminating the liquid crystals between the pair of substrates as shown in Figure 1D is taken out. The two sheets of facing substrates 1 and 1' have the liquid crystals 3 overlapped therebetween.

5 With reference to Figure 1E, the substrates are re-heated as necessary, a sealant 9 (generally, a plastic material) is applied to their edge portion, and then, the substrates are bonded.

 In this manner, the method for charging/laminating the liquid crystals with high viscosity like the smectic liquid crystals, especially, the FLC, is
10 implemented between the substrates.

[Effect of the invention]

 Accordingly, the amount of liquid crystals required to be used for one sheet of A4 plate (the area of 20cm x 30cm) can be 0.2cc enough,
15 amounting to 2000 yen/g. That is, the liquid crystals more expensive than gold can be effectively used.

 A short time, namely, about 1 hour, is taken to perform charging operation of the liquid crystals one time.

 In spite of the large-scale substrate, the operation time cannot be
20 lengthened.

 That is, in the related art TN liquid crystal charging operation, the main interest is focused on not applying a stress to liquid crystals. Thus, the sealant on the edge portion of substrates support mutually with their force so as not to apply pressure, that may be applied from outside to the
25 substrates, to liquid crystals themselves.

In this respect, however, as for the smectic liquid crystals, the inventors of the present invention have found that an external pressure applied to the liquid crystals does not matter thanks to the high viscosity of the smectic liquid crystals. Thus, such characteristics lead to accomplish the fabrication method of the present invention, which is completely different from any other related arts.

In the liquid crystal charging method in accordance with the present invention, the alignment processing layer constituting the charge-subject surface is asymmetrically aligned, namely, one portion is rubbed while the other portion is non-rubbed. In this case, after laminating, the substrates are slightly moved (1μ or more to $104\mu\text{m}$) in a high temperature state according to the rubbed surface, and stress is applied to liquid crystals to align them.

As for the LCD device in accordance with the present invention, in case of a reflection type LCD device by installing a polarization plate at an outer side of one substrate or at both outer sides of the two substrates, an electrode at the side of substrate where light is made incident is made to be light-transmissible while an electrode at the other substrate is made a reflection type electrode. By having a tilt angle of the FLC as 4.5° , one sheet of filter can be installed on the substrate where light is made incident.

Meanwhile, in case of a transmission type or reflection type LCD device using two sheets of filters, two sheets of polarization plates are aligned at an outer side of each substrate and the tilt angel of the FLC is adjusted at about 22.5° . In the transmission type LCD device, a backlight unit can be irradiated by an EL (Electroluminescence) fluorescent lamp or a natural light, and the amount of transmitted light can be controlled for

displaying an image.

In case of making color, preferably, a color filter is installed at an upper or lower portion of the electrode of the other substrate (namely, the substrate viewed by naked eyes).

5 **In the present invention, a non-linear device is installed on the substrate and an electrode is installed at an upper portion of the non-linear device. Instead of the non-linear device, an active device can be used. As the non-linear device, an SCLAD (Space Charge Limitation Amorphous semiconductor Device) or an insulation gate type field effect semiconductor**
10 **device having a composite diode structure such as NIN type can be used.**

In the LCD device of the present invention, a photosensor using a write pen has a dot shape for displaying and reading.

The fabrication process of Figure 1 has a matrix construction of 100x100 (in case of color, 100x300).

15 **However, the number of dots can be 640x400 (in case of color 1920x400) and 720x400, and other number of constructions.**

[Description of drawings]

Figure 1 illustrates a method for fabricating a liquid crystal display
20 **(LCD) device in accordance with the present invention.**